SCIENTIFIC
A Fluke Company

7341

校准恒温槽

用户手册

Rev. 310701

Rev. 310701

Hart Scientific, Inc.

799 E. Utah Valley Drive

American Fork, Utah 84003-9775

Telephone: (801) 763-1600 • Fax: (801) 763-1010

Internet: http://www.hartscientific.com

目录

图示索引

表格索引

1 *使用须知*

9.7 标识

表** 1 **列出了在仪器或本手册中可能会使用到的国际通用电气标识。

表 1 国际上通用的电气标识

标识	意义
	AC（交流电）
	AC-DC
	电池
	CE 认证标识（符合欧洲联邦指令）
	DC（直流）
	双重绝缘
	电击
	保险丝
	保护地
	高温表面（有灼伤危险）
	请参考用户手册（重要信息）
	关闭
	打开

标识	意义
	加拿大标准协会
CAT II	遵循 IEC1010-1 所提供的冲击耐压保护为过压（安装）类别 II，污染等级 2。过压类别 II 设备为能源消耗设备，固定安装。例如家用、办公室和实验室设备等。
	C-TIC 澳大利亚 EMC（电磁兼容）标识

9.8 安全信息

请严格按照手册说明使用本仪器。否则，仪器所提供的保护措施有可能被削弱。请参考“警告”和“注意”部分的信息

以下部分适用于术语“警告”和“注意”。

- **“警告”表示可能会对使用者造成伤害。**
- **“注意”表示可能会损坏设备。**

9.6.1 警告

为避免电击或人身伤亡，请严格遵守以下指导：

一般指导

- ***请勿将仪器用于除校准之外的其它用途。该仪器专门设计用于温度校准。任何其它用途都可能会对使用者造成不可预期的伤害。***
- ***请勿在不符合《用户手册》所规定的环境下使用仪器。***
- **请勿使恒温槽内的液体溢出。溢出的过热或过冷的液体可能会伤害操作者。详细的操作说明请参见 5.5“恒温槽的准备和加注”部分。**
- **请严格遵循《用户手册》所提供的安全指导。**
- **只有专业人员才可使用校准仪器。**

- 如果在不符合制造商规定的环境下使用仪器，则仪器所提供的保护措施可能会削弱。
- 在首次使用仪器，或者仪器经过搬运、在潮湿或半潮湿的环境下储存，或者超过 10 天的时间没有使用仪器时，需要将仪器打开，经过 2 小时的 " 干燥 " 周期，才能保证满足 IEC 1010-1 标准的安全要求。若该产品为湿的，或者曾经处于潮湿的环境中，请在上电之前，务必采取必要措施除去水分，比如将仪器放置在低湿度的的房间中，在 50 摄氏度下工作 4 小时或更长时间。
- 请勿在易燃材料附近使用高温恒温槽（500°C）。极端温度会点燃易燃材料。
- 放置时需要顶部余隙。请勿将仪器放置在橱柜或其它物品下方。为安全起见，请留出足够的空间，也方便插入和拔出探头。
- 该仪器仅供室内使用。
- 该仪器为精密设备。尽管在设计时已考虑了耐用性和无故障运行，但仍需要小心操作。在向筒内注入液体之前，请将设备放置平稳。请勿携带恒温槽。由于压缩机较重，可能需要两个人来安全的移动恒温槽。防止压缩机的一侧可能比其它部位要重。请勿移动加注有液体的设备（请参见 5.1 " 移动或取出恒温槽 " 部分）。

灼伤危险

- 在仪器中可能会出现极冷的温度。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会被灼伤或冻伤。
- 在仪器中可能会出现高温。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会导致火灾或被严重灼伤。
- 液体回收容器的排放管和防尘罩温度可能会特别高。请小心操作，并确保防尘罩牢固插入到防尘罩弯管接口内。
- 液体回收容器的排放管并非设计用于处理恒温槽腔体溢出的大量液体，而仅用于由于加热而膨胀的液体。将液体加注到达到折流板的顶部即可（请参见第 17 页的图 1）。

电气伤害

- 请严格遵守这些指导，以确保设备内的安全装置正常工作。该设备必需使用 115 VAC，60Hz (230 VAC，50Hz 可选)的电源。设备的电源线插头为三爪的接地插头，为防止电击，必需将其插入到具有保护地的三端插座内。插座必需按照当地的规范进行安装。请向有资质的电工了解详情。请勿使用延长电源线或适配器插头。
- 请务必使用预防接地故障的设备。该设备内存有液体。当液体流到电力系统时，会引起电击，而防止接地故障的设备可以起到预防作用。
- 请务必使用符合标称和类型的电源线替代电源线。如有任何问题，请咨询 Hart Scientific 授权的服务中心（请参见 1.3 部分）。
- 在设备中存在高电压。如果操作者不遵守安全预防措施，可能会引起严重的人身伤亡事故。在操作设备内部件时，请务必关闭电源，并断开电源线。

恒温槽液体

- 在特定的环境下，该设备使用的液体可能会产生有害或有毒的气体。详细信息请阅读液体制造商的 MSDS（Material Safety Data Sheet－材料安全数据表）。必需遵守通风和安全预防措施。
- 该设备装有软件保护装置（用户可设置的固件）和硬件保护装置（工厂设置）。请检查适用于设备工作环境的燃点、沸点或其它液体特性。请确保将软件保险的参数设置为与所使用的液体相一致。

9.6.2 注意

- 请在 41°F 到 122°F (5°C 到 50°C)的室内温度下使用该设备。在设备的周围要留出至少 6 英寸（15cm）的空间，以使有足够的空气流通。
- 在向筒内加注液体时，请确保淹没全部的加热管。请勿使液体超过折流板（请参见第 17 页的图 1）。

- **请勿使槽内液体溢出。液体溢出可能会损坏电气系统。**
  详细的操作说明，请参见 5.3 **“ 恒温槽的准备和加注 ” 部分。**
- **在使用设备之前，请仔细阅读第** 6 **章 “ 使用恒温槽 ” 部分。**
- **当恒温槽腔体内没有液体、加热管没有被全部淹没时，请勿打开恒温槽。关于液体回收容器的用法，请参阅** 7.4.1 **“ 液体回收容器 ” 部分。**
- **请勿更改工厂设置的恒温槽校准常数。参数的正确设置对于安全和设备的正常工作非常重要。**
- **在制冷功能被手动打开时，如果将设定点设置为** 60°C **以上超过一个小时，则可能会损坏制冷系统或缩短寿命。**
- **在修复故障时，如果没有其它措施可以奏效，则只能由经授权的人员使用工厂重设序列（Factory Reset Sequence）。必需备份最近的测试报告来恢复测试参数。**
- **请勿在极端潮湿、充满油污、灰尘或恶劣的环境下使用该设备。**
- **大多数探头的手柄都具有工作温度限制。请确保设备上边的气体温度不超过探头手柄的工作温度限制。**
- **该设备及其所使用的所有温度探头都属于敏感性设备，非常容易损坏，请小心操作。请勿对其造成跌落、碰撞、挤压或过热。**

制冷恒温槽

- **需要定期清洁制冷恒温槽的冷凝盘管。冷凝器上积聚的灰尘和泥垢会导致压缩机的过早损坏。**
- **该恒温槽装备有低电压和过压保险器件，作为系统元件的安全装置。**
- **工作模式：在工作之前，恒温槽需要至少上电** 2 **分钟。仅在初次使用或恒温槽移动了位置之后才需要这么做。将恒温槽打开或关闭并不触发延迟。**
- **如果高/低电压持续超过** 5 **秒钟，恒温槽将处于非工作状态。出现这种情况时，后面板的一个琥珀色指示灯将被点亮。**

- **如果造成停机的故障排除之后，经过大约** 2 **分钟的延迟周期，恒温槽将自动恢复工作。如果是电源出现了故障，恒温槽将不能自动恢复工作。**
- 115 VAC **时的低压和高压保护**
  - **电压切断：** ± 12.5% (101 - 129 VAC)
  - **电压接通：** ± 7.5% (106 - 124 VAC)
- 230 VAC **时的低压和高压保护**
  - **电压切断：** ± 12.5% (203 - 257 VAC)
  - **电压接通：** ± 7.5% (213 - 247 VAC)

2 概述

Hart Scientific Model 7341 是一款紧凑的恒温槽，用于温度校准及其它需要稳定的温度的应用。在恒温槽内集成了采用最新的创新性技术的固态温度控制器，它能以极高的稳定度维持恒温槽的温度。温度控制器使用了微控制器来执行许多操作功能。

通过 8 位的 LED 显示屏和四个切换开关提供用户界面。标配有数字远程通信功能，通过 RS－232 和可选的 IEEE-488 接口实现数字通信。

7341 恒温槽的设计紧凑，且价格低，但并不损失性能。7341 恒温槽的温度范围从 –40°C 到 150°C。

7341 恒温槽的主要特点：

- 快速加热和制冷
- RS-232（标配）和 IEEE-488（可选）接口
- 温度扫描速度控制
- 上升和保持功能
- 紧凑的尺寸
- 8 个设定点存储器
- 读数单位可选为°C 或 °F
- 自动制冷控制

3 技术指标和环境条件

9.9 技术指标

范围	–40° C ～ 150° C
稳定性 (2 sigma)	±0.005° C @–40° C (乙醇) ±0.005° C @25° C (水) ±0.007° C @150° C (5012 油)
均匀性	±0.007° C @–40° C (乙醇) ±0.007° C @25° C (水) ±0.010° C @150° C (5012 油)
加热时间†	120 分钟，从 25° C 到 150° C (5012 oil@115V)
制冷时间	120 分钟，从 25° C 到 –40° C (乙醇)
稳定时间	15-20 分钟
温度设置	数字显示，用按钮输入数据
设定点分辨率	0.01°C；高分辨率模式下为 0.00018°C
温度显示分辨率	0.01°C
数字设置准确度	±1° C
数字设置可重复性	±0.01° C
加热器	700 Watts@115V (230V) ，额定值
开口尺寸	6.8" x 4.7" (172 x 119 mm)
深度	18" (457 mm)， 不包括液体玻璃管温度计校准套件 19" (482 mm) ，包括液体玻璃管温度计校准套件
腔体材质	304 不锈钢
电源†	115 VAC (± 10%), 60 Hz, 16 amps [230 VAC (± 10%), 50 Hz, 8 amps 可选] **注：如果电压超出额定值±10%，压缩机有可能被损坏。在给设备上电之前，请检查后面板的标签，确认电压和频率都正确。**
容积	4.2 gal. (15.9 liters)
重量	150 lb. (68 kg)
尺寸 (w x f–b x h)	14" W x 31" D x 42" H (356 x 788 x 1067mm); 从底部到恒温槽腔体开口为 37" (940 mm)
安全	OVERVOLTAGE (Installation) CATEGORY II, Pollution Degree 2 per IEC 1010-1
制冷	R-507 single stage
接口	RS-232 为标配， IEEE-488 可选

†为 115 V (或可选的 230 V).下的指标

9.10 环境条件

尽管仪器的设计考虑到了最大的耐用性和无故障的工作，但仍需小心操作。不可在充满灰尘、恶劣或潮湿的环境下使用仪器。在本手册的“维护”部分，可以查找到详细的维护和清洁介绍。

在以下条件下，仪器能安全工作：

- 温度范围： 5–40°C (41–104°F)
- 环境相对湿度：温度低于 31°C 时最大 80%，在 40°C 时线性下降至 50%
- 压力：75kPa - 106kPa
- 电源电压超出标称值± 10%范围之内
- 尽量避免振动
- 海拔高度低于 2,000 米
- 仅供室内使用

4 快速指南

注意：在使用恒温槽之前，请仔细阅读第 6 章“使用恒温槽”部分。

本章简要的介绍恒温槽的基本设置和操作。该部分可以作为一般了解和参考，但并不能替代本手册的其它章节。在操作恒温槽之前，请仔细阅读第 5 章“安装”到第 8 章“一般操作”之间的部分内容。

9.11 拆箱

请小心的打开恒温槽的包装，检查在运输途中是否发生损坏。如有损坏现象，请马上联系运货人。确认包装内包括如下部件：

- 7341 **恒温槽**
- **开口盖**
- **带盖的液体回收容器**
- **用户手册**
- RS-232 **电缆**
- **测试报告**
- **排液阀**
- 9930 Interface-it **软件和用户手册**
- **防倾斜支架（包括用于安装于木头或水泥地板的安装硬件）**
- 2019-DCB Kit**、液体玻璃管（**LIG**）适配器和和夹具（可选）**
- 2069 Scope**，液体玻璃管（**LIG**）读数放大镜和安装支架（可选）**

如发现有物品短缺现象，请就近联络 Hart **授权服务中心。关于授权服务中心的信息，请参见第** 5 **页的** 1.3 **部分。**

9.12 设置

警告：设备装备有软件保护装置（用户可进行设置）和硬件保护装置（工厂设置）。请检查适用于设备工作环境的燃点、沸点或其它液体特性。请确保将软件保护的参数设置为与所使用的液体相一致。作为参考，软件保护应该设置为低于恒温槽液体的燃点 10°C **到** 15°C**。关于恒温槽液体的详细信息，请参阅** 8.1**“液体介质”部分，以及** 9.10**“保护”部分。**

在设置恒温槽时，要小心的拆箱、防止恒温槽、加注液体和连接电源。关于正确安装恒温槽的信息，请仔细阅读第 5 **章“安装”部分。请将恒温槽放置于安全、干净的水平位置。关于防倾斜支架的安装方法，请参阅** 5.3**“防倾斜支架的安装”部分。**

请向恒温槽腔体内加注适当的液体。根据校准的温度范围，选择适当的液体。所选液体的热性质应该能够满足应用的要求。若在中等温度下工作，清洁的蒸馏水即可。通过液体槽顶部的大方形开口将液体倒入，防止液体泄漏。

注意：在向恒温槽腔体内加注液体时，请确保完全淹没加热管。请勿使液体超过折流板。请参见图 1。

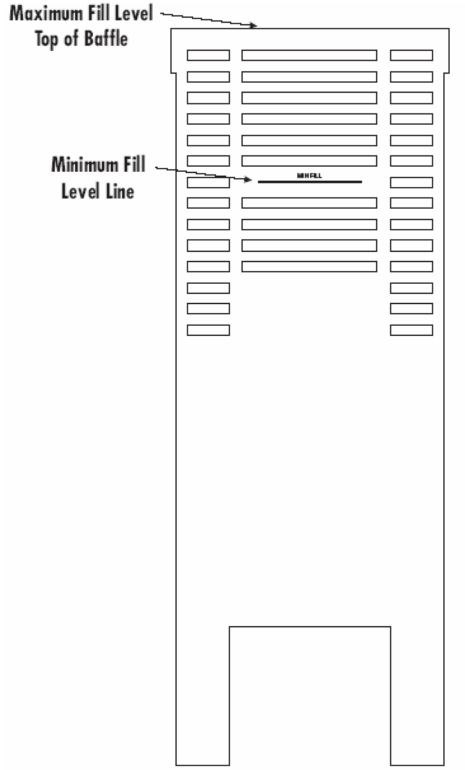


图 1 液体加注

一个溢出排水管用来回收由于膨胀而溢出液体槽的液体，将液体排放到液体回收容器以进行重复利用。关于使用液体回收容器的详细信息请参见 7.4.1“ 液体回收容器 ”。

注：当恒温槽的温度上升时，液面也会上升，请参见第 25 页的第 6 章。

9.13 电源

将恒温槽的电源线插入电源插座，电源的电压、频率和电流必需符合规定的技术指标。详细信息请参阅 3.1 “ 技术指标 ” 部分。

请参阅本手册前面的“注意”部分中关于低压和高压保护的内容。在给恒温槽加电之前，请检查后面板的标签确认电压和频率正确。利用前面板的“POWER”开关打开恒温槽。恒温槽会进行加热或制冷，以达到预先编程设定的温度设定点。前面板的 LED 将显示恒温槽的实际温度。对于接近环境温度或低于环境温度的设定点，将制冷开关拨到“ON”位置。

注：需要制冷的实际温度与恒温槽液体以及是否使用了检查孔盖有关。

9.14 设置温度

在以下部分以及本手册中，标有 SET、UP、DOWN 或 EXIT 字样的实心方框表示要按下的前面板按钮，而虚线矩形框则表示前面板现实的读数。在方框的右侧的文字，是对按钮功能或读数的解释。

请按以下步骤观察或设置恒温槽的温度设定点。前面板的 LED 指示灯通常会显示恒温槽的实际温度。

`24.68 C` 恒温槽温度显示

当按下“SET”键时，显示屏上将显示当前使用的设定点存储器及其值。有 8 个设定点存储器可以使用。



操作设定点选项

`1. 25.0` 当前使用的是设定点 1，设置的温度为 25.0°C

按下“SET”键选择该存储单元，并访问设定点的值。



访问设定点的值

`C 25.00` 设定点 1 的当前值为 25.00°C

按“UP”或者“DOWN”键改变设定点的值。



增大设定点的值

`C 30.00` 设定点的新值

按 SET 键接受新值，并显示游标的值。恒温槽开始加热或制冷到新的设定点。



保存新的设定点，访问游标



当前游标的值

按“ EXIT ”，会再次显示恒温槽的温度。



返回到温度显示状态



显示的恒温槽温度

恒温槽进行加热或冷却，直到达到新的设定点温度。在较高的温度时，关掉制冷开关。

在设定点温度时，请小心不要超过恒温槽液体的温度限制。为安全起见，请正确设置过温切断功能。请参见 9.10“ 保护 ”部分。

为了获得最佳的控制稳定性，请按 9.9“ 比例带 ”部分调整适当的带宽。

5 安装

注意：在使用恒温槽之前，请仔细阅读第 6 章 “ 使用恒温槽 ” 部分。

9.15 移动或从包装中取出恒温槽

恒温槽装有脚轮，可以移动。但恒温槽没有把手，并且没有被举起的设计。

在从包装中取出恒温槽时，要从恒温槽周围的泡沫塑料中拿出所有附件，然后拿出成型的泡沫塑料。利用恒温槽的脚轮，小心地将恒温槽从包装中挪出来。如果必需将恒温槽从包装中抬高举起，需要两个人小心的将手插入到恒温槽的底部，然后轻轻的抬起，抬起的高度使能够挪开泡沫塑料，从包装箱中取出恒温槽即可。恒温槽中放置压缩机的一测要比其它部位重。

如果在安装后需要挪动恒温槽，请清除恒温槽内的液体。切勿移动装有液体的恒温槽。挪动时请松开脚轮，然后在地板上滚动恒温槽。请勿搬动恒温槽。恒温槽又高又重，并且没有把手，若不按照规定操作，可能会造成人身伤亡或损坏恒温槽。

9.16 恒温槽的工作环境

Model 7341 恒温槽属于精密仪器，应该放置在适当的环境之中。放置的环境应该整洁，温度适中，没有剧烈的温度变化。放置恒温槽的平面必需是水平的。在设备的周围要留出至少 6 英寸（15cm）的空间，使空气充分流通。

在高温下，恒温槽的顶部表面会很烫。请小心防止液体溅出。

应该使用一个通风橱，将热的液体产生的蒸气排出。

9.17 防倾斜支架的安装

为确保使用安全，恒温槽配置有一个防倾斜支架。支架的安装要符合国际安全标准 IEC 1010-1 的 7.3 节 “ 稳定性 ” 部分，该部分适用于在正常工作条件下的恒温槽。

9.6.1 木地板上的安装

木地板安装套件包括木螺栓。利用支架在地板上标出三个钻孔的位置，然后钻三个 1/8 inch x 1 inch**（大约** 3 mm x 25.5 mm**）的引导孔。请确保所安装位置能保证恒温槽周围至少留有** 6 **英寸的空气流通空间（参见图** 2**）。将支架安全地固定到地板上。**

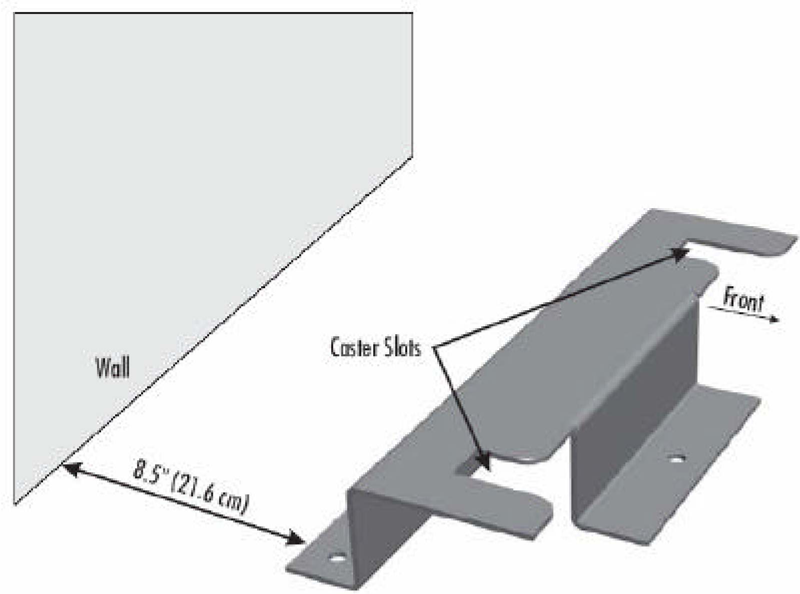


图 2 防倾斜支架的安装

9.6.2 水泥地面的安装

利用支架在地板上标出三个钻孔的位置，然后用水泥电钻和钻头在水泥地面上钻三个 1/4 inch x 1 1/4 inch (**大约** 6.5 mm x 32 mm)**的引导孔。将开口的低脚螺栓插入到已钻好的孔中，拧紧螺钉使孔中的螺栓膨胀，固定支架。请确保所安装位置能保证恒温槽周围至少留有** 6 **英寸的空气流通空间（参见图** 2**）。将支架安全的固定到地面上。**

9.6.3 恒温槽的安装

推动恒温槽，使其后轮完全滑入到支架上的脚轮槽中（参见图 2**）。锁定恒温槽的前轮。轻轻地推动恒温槽，检查是否被紧固的固定在了支架上。仔细阅读用户手册，向恒温槽内加注适当的液体。**

若对于支架的安装有任何问题，请联系 Hart 授权服务中心。

9.18 “ 干燥 ” 周期

如果不按照制造商规定的方式使用该设备，则设备所提供的保护措施可能会削弱。

在首次使用仪器，或者仪器经过搬运、在潮湿或半潮湿的环境下储存，或者超过 10 天的时间没有使用仪器时，需要将仪器打开，经过 2 小时的 “ 干燥 ” 周期，才能保证满足 IEC 1010-1 标准的安全要求。若该产品为湿的，或者曾经处于潮湿的环境中，请在上电之前，务必采取必要措施出去水分，比如将仪器放置在低湿度的的房间中，在 50 摄氏度下工作 4 小时或更长时间。

9.19 恒温槽的准备和加注

所订购的 Model 7341 不包括液体。可以从 Hart Scientific 或其它制造商处获得各种液体。根据所希望的温度范围的不同，可以在恒温槽中使用以下液体：

- 水
- 乙二醇/水
- 矿物油
- 硅油
- 乙醇

我们在 8.1 “ 液体介质 ” 部分详细介绍所使用的液体。

从恒温槽上拿开检查孔的盖子，检查恒温槽腔体内是否有杂质（泥垢、残留的包装材料等等）。

请使用未受污染的清洁液体，通过方形的开孔小心加注液体，所加注的量要使液体能够搅拌和热膨胀。关于液体膨胀的详细说明，请参阅 8.1.5 “ 热膨胀 ” 部分。



注意：如果恒温槽腔体内没有液体或加热盘管没有完全被淹没时，请勿给恒温槽加电。关于液体回收容器的使用方法请参见 7.4.1 “ 液体回收容器 ” 部分。

请确保液体回收容器安装正确，保证其干净、没有杂质。当恒温槽温度上升时，小心监控恒温槽内的液面，防止溢出或溅泼。如有必要，请小心的除去过热的液体。

9.20 电源

在恒温槽的电源开关处于关闭状态时，将电源线插入交流电源插座，电源的电压、频率和电流必需符合规定的技术指标。关于电源的详细信息，请参看 3.1**“技术指标”部分。请参阅本手册前面的“注意”中关于停电和过压保护的部分。在给恒温槽上电之前，请检查背面的标签，确认电压和频率正确。**

6 使用恒温槽

注意：在使用恒温槽之前，请仔细阅读本部分。

本章中的信息仅作为一般信息，并不作为校准实验室规程的基础。每一实验室都需要制定其自身的规程。

9.21 概要

请根据校准的温度范围选择正确的液体。所选择的恒温槽液体必需具有适当的热性质，能够满足应用要求，保证安全工作。另外要注意，液体被加热时会膨胀,如果不注意的化，液体会溢出。关于液体选择的信息请参阅第 8 章“一般操作”，关于所选择材料的特性，请参阅厂家的 MSDS。一般情况下，恒温槽是被设置到某个温度点，并仅在单一温度下校准探头。这意味着无需改变恒温槽的液体介质。另外，可以使恒温槽处于打开状态，降低系统的压力。

恒温槽会产生极端温度，必需采取措施防止人身伤亡或损坏设备。当从恒温槽中取出探头时，它的温度可能非常高或非常低，请小心处理探头，防止烫伤。请将探头小心地放置于防热/冷的表面或支架上，直到其达到室温。在将探头插入另一恒温槽之前，建议用干净的软布或纸巾擦拭探头。这能防止恒温槽间液体的混合。如果探头在液态盐中经过校准，则在将其插入到另一液体之前，请用温水小心清洗一下，并待其彻底干燥。某些高温液体会和水或其它液态介质起强烈反应。要注意在探头还没有冷却至室温时对其进行清洁是非常危险的。另外，如果探头还未冷却，高温可能会点燃纸巾。

为达到最佳的精度和稳定度，在恒温槽达到设定点温度后，要保证其具有足够的稳定时间。

9.22 比较法校准

比较法校准就是被测试探头（被测设备－UUT）与参考探头进行对比。在将被校准的探头插入到恒温槽之后，要留有足够的时间使探头温度达到平衡，并且使恒温槽的温度达到稳定。

使用恒温槽而不是使用干式炉来校准多个探头的一个明显优势就是探头的结构不必完全相同。恒温槽内的液体使得可以同时校准不同类型的探头。但是，来自不同类型探头的散热效应并没有完全消除。即使所有的恒温槽都具有水平和垂直的温度梯度，这些梯度在恒温槽的工作区都得到了最小化。尽管如此，探头插入的恒温槽液体的深度应该一致。要确保所有的探头要插入到液体足够深，以防散热效应。据 Hart Scientific 的研究，根据经验，能将散热效应降至最小的探头浸没深度为：20 倍的 UUT 的直径＋传感器长度。**千万不可淹没探头的手柄。**如果探头手柄在校准的高温下被加热，则需要在探头手柄的下方使用一个挡热板。这个挡热板可以非常简单，如在探头插入液体之前，穿入到探头上的铝箔；也可以非常复杂，如专门设计的反射热量的金属设备。

在很宽的温度范围内进行校准时，一般从最高的温度开始，然后逐步下降到最低的温度，会获得较好的效果。

可以使用探头钳或恒温槽上的钻孔来固定探头。也可以设计其它固定探头的设备，目的是使参考探头和被校准探头在恒温槽的工作区尽可能地接近。如果将恒温槽的工作区盖住的话，恒温槽的稳定度就能达到最好。

在准备使用恒温槽进行校准时，首先：

- 将参考探头放在恒温槽的工作区。
- 将被校准探头－UUT－放入恒温槽工作区内尽量接近参考探头的地方，但请勿接触恒温槽腔体的表面区域。

9.23 多个探头的校准

插入多个探头使恒温槽负载增加时，将增大温度达到稳定所需要的时间。使用参考探头作为标准，确保在开始校准之前温度达到稳定。

7 部件和控制

9.24 前面板

在控制器前面板有如下的控制开关和指示灯（参见下列的图 3）：(1) 数字式 LED 显示屏、(2) 控制按钮、(3) 恒温槽电源开关、(4) 控制指示灯，以及(5) 制冷开关。

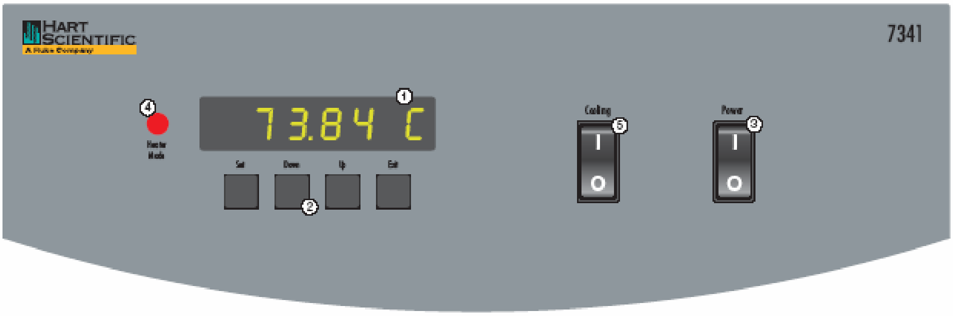


图 3 前面板

1.数字显示屏是温度控制器的一个重要部分，它显示设定点温度和恒温槽温度以及其它各种恒温槽功能、设置和常数。所显示的温度根据选择可以是°C 或 °F。

2. 控制按钮（SET、DOWN、UP 和 EXIT）被用来设置恒温槽的温度设定点、存取和设置其它工作参数，以及存取和设置恒温槽校准参数。以下是每个控制按钮功能的简短描述：

SET – 用来显示菜单中的下一个参数、将参数设置到所显示的值。

DOWN – 用来减小显示值。

UP – 用来增大显示值。

EXIT – 退出菜单。当按下 EXIT 时，将忽略对显示值所做的任何改变。

3. 电源开关控制着包括搅拌马达在内的整个恒温槽的电源。

4. 控制指示灯为双色发光二极管（LED）。该指示灯使用户观察到是在加热还是在制冷。当指示灯为红色时，表示正在加热；当指示灯为绿色时，表示恒温槽在制冷。

5.制冷开关控制着 50°C 以下的快速制冷。在超过 60°C 时制冷功能会自动关闭。如果已经确认无需制冷，可以手动关闭制冷开关。请参见 8.6“制冷”、9.12.2“制冷模式”和 9.13.3“热气旁路模式”部分的内容。

9.25 冷凝器检查口

在仪器前面的底部有一个冷凝器检查口。检查口是向右开启的，把手位于门的左侧，可以向外拉。

利用该冷凝器检查口，用户可以保持冷凝器散热片的清洁，使通气无阻的流通，确保冷凝器工作正常。检查口的门和冷凝器散热片都应该保持清洁。

9.26 恒温槽腔体和上盖

恒温槽腔体和上盖包括：恒温槽腔体、控制探头、搅拌马达、检查孔和检查孔盖。搅拌马达保护罩内部有搅拌马达、制冷风扇和控制探头。

- 恒温槽腔体为不锈钢结构，在很宽的温度范围内对大多数化学成份具有很强的抗氧化性。
- 控制探头为控制器提供了温度反馈信号，使得控制器可以维持恒温。控制探头为精密的铂电阻温度计（PRT），它属于精密器件，必需小心操作。探头被放置在恒温槽顶部的小孔内，这样探头就能完全浸没在恒温槽的液体中。
- 搅拌马达被安装在恒温槽腔体盖子上，它驱动螺旋桨使恒温槽液体充分混合。液体的充分混合对于良好的温度稳定性是非常重要的。
- 在恒温槽盖上有一个大的开口，这个开口被用来向恒温槽内加注液体、将温度计和被测温度计放置到恒温槽内。应该尽量将开口盖住。
- 应该使用一个开口盖将恒温槽顶部的开口盖住，这样能提高恒温槽的温度稳定性，防止液体蒸发或汽化，并提高在高温下工作的安全性。用户可以在盖子中通过钻孔固定标准和被测温度计。

- 在恒温槽腔体内有一个不锈钢隔板，保证了液体的充分流动，同时也防止探头和温度计接触到螺旋桨。在隔板接近底部的地方有插槽，用来插入检定液体玻璃管使用的液为提升器。

9.27 后面板

在恒温槽的后面板有系统保险丝、电源线、高/低电压指示器、排液管、串口、IEEE-4888 接口（如果已安装的话），以及液体膨胀回收容器。

9.6.1 液体回收容器

液体回收容器被安装在恒温槽的后面板，其作用是接收在恒温槽加热过程中因液体膨胀而溢出的液体。当温度升高时，任何体液都会产生膨胀。为防止液体膨胀时从恒温槽内溢出，必需在加热之前将其排出，或者使其可以从恒温槽腔体内流出（注：液体不可低于加热器件）。

恒温槽具有一个溢流管，从恒温槽腔体延伸到恒温槽背面，将溢出的液体导至液体回收容器。液体回收容器具有足够的容量接收各种热膨胀率的液体。请勿试图堵塞溢流管来阻止液体排放。添加液体时请勿超过溢流管位置。

液体回收容器为不锈钢材质，具有铝热屏蔽层，防止接触到热的恒温槽腔体。在液体回收容器上有个不锈钢的防尘罩，在其上边有一段弯管，排液管可以插进去。液体回收容器挂在一个钩子上，利用一个翼形螺钉固定到恒温槽上。



警告：排液管和防尘罩可能会很烫。请确保排液管完全插入到防尘罩的弯管中。

在从液体回收容器中排放液体时，首先将防尘罩摘下放在一边。然后拧开翼形螺钉，并利用背面的两个把手轻轻将其拿起，稍微冷却之后则可以将其倒回到恒温槽腔体内，或者倒入到其它容器内。注意：请小心处理热的液体，处理不当可能会被烫伤。在清理了溢出的液体之后，按照相反的顺序将液体回收容器和防尘罩放回去。如果出现滴漏，请将滴漏的液体擦拭干净。

警告：排液管可能不足以排放溢出恒温槽腔体的大量液体，它仅仅用于排放由于热膨胀溢出的液体。在加注液体时，液面达到折流板顶部即可（请参见第 17 页的图 1）。

8 一般操作

9.28 传热液体

7341 恒温槽可以使用许多种液体。在选择液体时要考虑液体的许多重要特性，其中包括温度范围、黏度、比热、热阻系数、热膨胀、电阻系数、液体寿命、安全性，以及费用等。

8．1．1 温度范围

需要考虑的一个最重要的特性就是液体的温度范围。几乎没有任何液体能够在校准槽的整个温度范围内都表现出良好工作性能。操作校准槽时的温度必须总在所用液体的安全和适用温度范围内。液体的温度范围下限由液体的凝点或液体粘度变得很大时的温度决定。上限温度通常受到液体蒸发、可燃性或化学分解等条件的限制。较高温度时的液体蒸发可能会影响温度稳定性，原因是冷凝的液体会从盖板滴落回槽内。

槽温应通过设定安全断路器加以限制，使槽温不超过液体的安全工作温度范围。

8.1.2 粘度

粘度是液体粘稠度以及液体被倾倒和混合容易程度的量度。粘度影响槽内的温度均匀性和稳定性。粘度较低时液体混合得较好，因此槽内温度更加均匀。这会缩短校准槽的响应时间，使其温度保持更加恒定。为更好地进行控制，液体粘度应小于 10 厘沲。50 厘沲大约为允许粘度的实际上限值。粘度大于此值时，由于搅拌不良而很难控制稳定性，也可能造成过热或损坏搅拌马达。对于油类而言，粘度随温度变化很大。

在使用较高粘度的液体时，可能需要增加控制器的比例带，以补偿响应时间的降低。否则，温度有可能开始波动。

8.1.3 比热

比热是液体储热能力的量度。比热也影响控制的稳定性，虽然影响程度较低。比热也影响加热和制冷速度。一般来说，比热较小时，加热和制冷速度较快。需要针对不同的比热调节控制器比例带，以补偿槽温对热输入的灵敏度变化。

8.1.4 热导率

热导率衡量热量流过液体的难易程度。液体的热导率影响控制稳定性、温度均匀性以及温度稳定时间。在具有较高热导率的液体中，热量分散也较快，可均匀地提高校准槽的性能。

8.1.5 热膨胀

热膨胀性质说明液体的体积如何随温度变化。必须考虑所用液体的热膨胀，因为温度升高时液体体积的增加会导致溢流。在需要保持液位恒定的应用场合，过量的热膨胀也是不适宜的。油类通常具有明显的热膨胀。

8.1.6 电阻率

电阻率用于说明液体对电流流动的抵抗能力。在一些应用中（比如测量的温度传感器的电阻），液体极少发生或不发生漏电是很重要的。此时应考虑使用具有很高电阻率的液体。

8.1.7 液体寿命

很多液体在一段时间后，由于蒸发、吸水、凝胶或化学分解而性能降低。通常在液体的温度上限附近使用时，液体性能降低得更加显著。

8.1.8 安全

选择液体时，通常要考虑相关安全的问题。显而易见，在极低或极高温度得地方都可能会对人员和设备造成伤害。液体也可能存在其他方面的危险。一些液体可能有毒。眼睛、皮肤接触这些液体或吸入其蒸汽会造成伤害。如果产生危险或令人生厌的蒸汽，则必须使用通风橱。

液体也可能易燃，需要专门的消防设备和措施。需要考虑的一个重要特性是液体的闪点。闪点是在具有足够的蒸汽量、存在足够的氧气并且施加点火源时蒸汽开始燃烧的温度。但在闪点温度下，火焰不一定会维持下去。闪点可以是开杯型和闭杯型。在校准槽环境下，两种情况均有可能发生。闭杯温度总是低于开杯温度。闭杯温度代表在槽内所保留的蒸汽，而开杯温度则代表溢出校准槽的蒸汽。槽内会有氧气和点火源存在。

8.1.9 成本

槽液体的成本可能相差很大，水为每加仑几美分，而一些合成油为每加仑几百美元。在选择液体时，成本将是一个需重点考虑的问题。

8.1.10 常用液体

下面是一些常用液体及其特性的说明。

8.1.10.1 水

水因其成本低、获取容易以及温度控制性能优异而经常被采用。水的粘度极低，并具有良好的导热性和热容量，使其成为在低温下进行稳定性控制的最佳液体之一。在较高温度下，由于水会结凝在盖板上，并且会滴落在槽内，因而温度稳定性较差。但水比较安全，惰性相对较大。水的电导率使其不适用于某些应用当中。水的适用温度范围有限，从高于 0℃ 几度到低于 100℃ 几度。高温下蒸发变得显著。校准槽中所使用的水应为蒸馏水或去离子水，以防止矿物质沉积。应考虑在水中加入杀藻类化学品以防止污染。

8.1.10.2 乙二醇

加入 50% 水和 50% 乙二醇（抗冻剂）之后，水的使用温度范围可以扩展。乙二醇-水溶液的特性与水相似，但粘度较高。

使用乙二醇时要小心，因该液体的毒性很大。乙二醇应该适当地加以处置。

8.1.10.3 矿物油

通常在高于水的温度范围的较低温度下使用矿物油或石蜡油。矿物油相对较便宜。在较低温度下，矿物油非常粘稠，不易进行控制。在较高温度下蒸发会很显著。蒸汽会很危险，强烈建议您使用通风橱。

同多数油类一样，当温度增加时矿物油会膨胀，因此要小心不要将校准槽充液过满，以免加热时液体溢出。矿物油的粘度和热性能比水要差，因此温度稳定性不是很好。矿物油具有很高的电阻率。矿物油易燃，并且如果吸入气管或吞入食道可造成严重的伤害，因此在使用矿物油时要十分小心。

8.1.10.4 硅油

硅油，它与矿物油相比具有较宽的工作温度范围。同多数油类一样，硅油的温度控制特性比水要差一些。它的粘度随温度变化显著，同时会发生热膨胀。硅油具有很高的电阻率。它们一般相对安全，没有毒性。硅油相对较贵。

9.1.11 液体特性图表

表 3 和图 6 有助于您为恒温槽选择一种热交换液体介质。这些图表用图形和数字显示了对于进行选择十分重要的大多数物理性质。表中所列内容并不详尽，许多可用的液体可能没有列于表中。

9.1.11.1 限制及免责声明

我们做出了各种努力以保证这些图表的准确性，但是，不能担保其中的数据对于特定应用的适用性。在某一性质的限值（如闪点或粘度限值）附近操作可能会失去安全性或降低性能。某些性质的信息来源有时会有所不同。同时还必须要考虑您的公司的安全规定以及对于闪点、毒性等的个人判断。您有责任阅读材料安全数据表（MSDS）并做出判断。同时，成本问题也需要折衷。Hart Scientific 对应用的适用性或在使用这些液体的过程发生的任何人身伤害、设备、产品或设施的损坏不负任何责任。

这些图表包含关于各种通常用作槽传热液体的信息。一些液体因温度范围不合适而不能用于您的校准槽。

9.1.11.2 关于液体图

液体图以图形方式说明所示液体的一些重要性质。

温度范围：

温度刻度为摄氏度。对液体的一般应用范围作了说明。可显示倾点、凝点、重要粘度点、闪点、沸点等性质及其他性质。

凝点：

液体的凝点对搅拌有一种明显的限制。在接近凝点时，较高的液体粘度会限制良好搅拌。

倾点：

倾点表示液体倾倒极限。

粘度：

所示的数据点粘度为 50 厘泡和 10 厘泡。粘度大于 50 厘泡时，搅拌会很差，对于校准槽应用不令人满意。粘度在 10 厘泡或以下时，可达到最佳搅拌。这些是已用于多种应用的经验规则。

烟点：

烟点是应该使用通风橱的温度点。该温度点的主观性很强，可以受到以下因素影响：每个人对不同烟雾和气味的忍受能力、校准槽的覆盖程度如何、槽内液体的表面积、放置校准槽处的设施大小及通风情况，以及其他因素。我们假设在此温度点时校准槽封盖良好。这也要服从公司的规定。

闪点：

发生燃烧的温度点。请参见闪点讨论部分。所示温度点可能是开杯或闭杯闪点。参见图 6。

沸点：

在液体的沸点处，温度稳定性难于维持。过量的烟雾将会产生。由于存在蒸发散热，需要额外的加热器功率。

分解：

所有高温液体在到达某个温度点时，都会发生不同程度的分解。这种分解在低温下通常缓慢进行，但在高温下分解速度可能会达到危险或不适用的程度。

表 2　温槽液体表

液体 (# = Hart Part No.)	温度下限*	温度上限*	闪点	黏度（厘托）	比重	比热 (cal/g/° C)	导热系数 (cal/g/° C)	热膨胀系数 (cal/g/° C)	电阻系数 (10[12] Ω-cm
卤碳 0.8 #5019	–100° C (v)**	70° C (e)	无	5.7 @–50℃ 0.8 @40° C 0.5@70° C	1.71 @ 40℃	0.2	0.0004	0.0011	
甲醇	–96° C (fr)	10° C (fl,cc)	12° C	1.3 @–35℃ 0.66 @ 0° C 0.45 @ 20℃	0.810 @ 0℃ 0.792 @ 20° C	0.6	0.0005 @ 20° C	0.0014 @ 25° C	
水	0° C (fr)	95° C (b)	无	1 @ 25° C 0.4 @ 75° C	1.00	1.00	0.0014	0.0002 @ 25° C	
乙二醇—50% #5020	–30° C (fr)	90° C (b)	无	7 @ 0° C 2 @ 50° C 0.7 @ 100° C	1.05	0.8 @ 0° C	0.001		
矿物油 No.7 #5011	10° C (v)	166° C (fl)	168° C	15@75° C 5@125° C	0.87@25° C 0.84@75° C 0.81@125° C	0.48@25° C 0.53@75° C 0.57@125° C	0.00025@25° C	0.0007@50° C	5@25° C
硅油 Type 200.05 #5010	–40° C (v)**	130° C (fl, cc)	133° C	5@25° C	0.92@25° C	0.4	0.00028@25° C	0.00105	1000@25° C 10@150° C
硅油 Type 200.10 #5012	–30° C (v)**	209° C (fl, cc)	211° C	10@25° C 3@135° C	0.934@25° C	0.43@40° C 0.45@100° C 0.482@200° C	0.00032@25° C	0.00108	1000@25° C 50@150° C
硅油 Type 200.20 #5013	10° C (v)	230° C (fl, cc)	232° C	20@25° C	0.949@25° C	0.370@40° C 0.393@100° C 0.420@200° C	0.00034@25° C	0.00107	1000@25° C 50@150° C
硅油 Type 200.50 #5014	30° C (v)	278° C (fl, cc)	280° C	50@25° C	0.96@25° C	0.4	0.00037@25° C	0.00104	1000@25° C 50@150° C
硅油 Type 550 #5016	70° C (v)	230° C (fl, cc) 300° C (fl, oc)	232° C	50@70° C 10@104° C	1.07@25° C	0.358@40° C 0.386@100° C 0.433@200° C	0.00035@25° C	0.00075	100@25° C 1@150° C
硅油 Type 710 #5017	80° C (v)	300° C (fl, oc)	302° C	50@80° C 7@204° C	1.11@25° C	0.363@40° C 0.454@100° C 0.505@200° C	0.00035@25° C	0.00077	100@25° C 1@150° C
硅油 Type 210-H	66° C (v)	313° C (fl, oc)	315° C	50@66° C 14@204° C	0.96@25° C	0.34@100° C	0.0003	0.00095	100@25° C 1@150° C
传热盐 #5001	180° C (fr)	550° C	无	34@150° C 6.5@300° C	2.0@150° C 1.9@300° C	0.33	0.0014	0.00041	1.7 Ω/cm3

	2.4@500° C	1.7@500° C

*极限系数 — b – 沸点 e – 高蒸发率 fl – 闪点 fr – 凝点 v – 粘度 — 闪点测试 oc = 开杯 cc = 闭杯

**极低水溶性，低于凝点冷凝成冰。

8.9.1.1 关于图表

图表中图示了所示液体的一些重要性质。

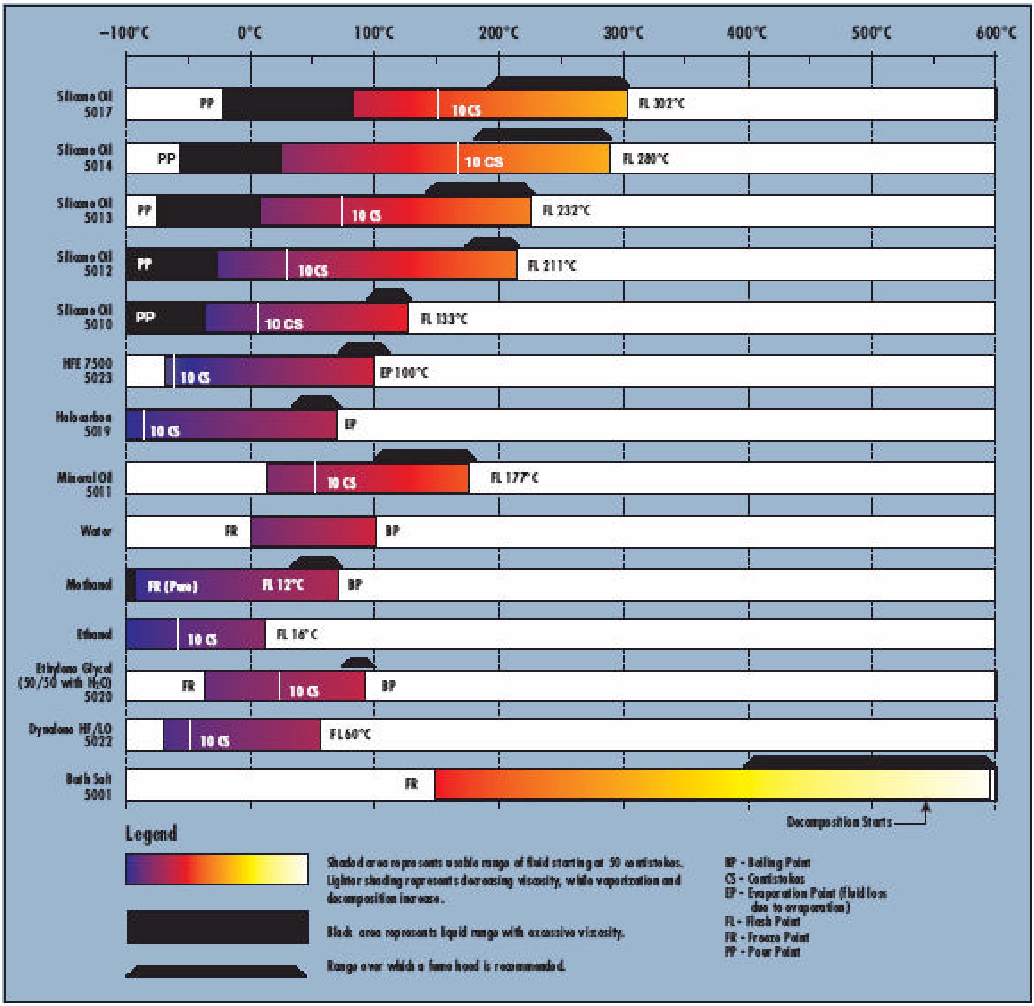


图 4 各种液体的适用范围

8.2 搅拌

槽内液体的搅拌对于稳定地控制温度十分重要。为获得良好的温度均匀性和快速的控制器响应，液体必须充分混合。搅拌器要经过精密调整以取得最佳性能。

8.3 电源

通过具有合适电压的交流电源来向校准槽供电。关于电源的详细信息，请参见“ 技术参数 ”部分。有关欠压和过压保护的内容，请参见本手册前面的“ 小心 ”提示。在接通仪器电源

之前，请检查后面板标签，以确认使用正确的电压和频率。校准槽的电源安装有滤波器，可防止开关脉冲传输至其他设备。

要打开校准槽电源，请将控制面板上的电源开关置于 ON（开）位置。此时，搅拌马达被接通，LED 显示屏开始显示槽温度；加热器接通或关闭，直到槽温度达到设定点。

接通电源后，控制面板显示屏上显示 4 位数字。该数字指明电源施加到校准槽上的次数。同时，显示屏还简要显示指明控制器硬件配置的数据。该数据在某些环境下可用于诊断。

当电源被打开时，控制面板会短时间地显示一个四位数的数字。该数字标识恒温槽被加电的次数。还会短时间的显示控制器硬件的配置数据。该数据被用来在某些条件下进行诊断。

9.29 加热器

温度控制器精确控制着恒温槽的加热器，维持稳定的恒温槽温度。利用一个固态继电器将加热器的电源接通一定的时间，从而精确控制功率。

前面板的红/绿控制指示灯表示加热器的。当加热器出于打开状态时，控制指示灯为红色；当加热器被关闭时，控制指示灯的颜色为绿色。当恒温槽保持在一个稳定的温度点时，指示灯则不断的闪亮。

9.30 温度控制器

恒温槽的温度是由 Hart Scientific 所独有的数字/模拟混和温度控制器所控制的。控制器既具有模拟温度控制器所具有的紧密的控制稳定性，又具有数字控制器所具有的灵活性和可编程能力。

恒温槽的温度通过控制探头内的一个铂电阻传感器进行监控。信号和可编程的参考信号进行比较、放大，然后被传送到控制着恒温槽加热器功率的脉宽调制电路。恒温槽可在技术指标给定的温度范围内进行工作。为了防止固态继电器或其它电路的故障，当恒温槽的温度高于设定点达到一定量时，微控制器就会利用一个辅助的机械继电器自动关闭加热器。做为辅助性的保护器件，控制器装配有一个独立的热电偶温度监控电路，如果温度超过保护设定点，它就会关断加热器。

微控制器使用户能够以高分辨率设置恒温槽的温度、设置保护、调整比例带、监控加热器的输出功率、编程控制器的配置和校准参数。控制的温度单位可以是摄氏度或华氏度。利用前面板的四个按键开关和数字 LED 显示屏即可对控制器进行编程。可以通过标配的 RS-232 串行接口对控制器进行远程的数字操作。控制器还可以选配一个 IEEE-488 GPIB 数字接口。关于前面板的控制器操作在第 9 章“控制器的操作”中讨论；通过数字接口的操作在第 11 章“数字通讯接口”中讨论。

当将控制器设置到新的设定点时，恒温槽就会进行加热或制冷到新的温度点。达到新的温度点之后，恒温槽需要 10 到 15 分钟的时间来达到温度的稳定。在此过程中可能会有大约 0.5°C 的过冲或下冲。

9.31 制冷

由紧凑的制冷系统提供制冷功能，使用的时对臭氧安全的 R-507 HFC 制冷剂。当恒温槽工作于 45 至 60°C 以上的温度时，无需进行制冷。当温度高于 60°C 时，自动化的系统会自动关闭制冷系统。制冷系统根据恒温槽的温度和以下所介绍的工作需要自动改变工作模式。当打开前面板的开关时，制冷系统即被激活。

如果恒温槽温度低于 60°C 的关断温度，并且设定点温度高于 60°C，制冷系统将关闭，以防止过热和在内部形成太大的压力。如果恒温槽温度高于 60°C，并且设定点温度被设置为低于关断温度，则制冷功能会在 59°C 时再次打开。

当恒温槽温度在 60°C 和 0°C 之间时，恒温槽将工作于低制冷量模式，并且会打开热气旁路阀（HGb on）。在该温度范围内，HGb 系统会降低制冷量，并帮助提供恒温槽的稳定性。在 0°C 以下时，会需要更多的制冷能力，所以会关闭热气旁路阀，以提供更大的制冷量。

当恒温槽从低于关断点的温度冷却至 0°C 时，如果新的设定点至少低于当前的恒温槽温度 2°C，则制冷量就会变为最大量（HGb off），直到恒温槽达到距离新的设定点 0.5°C 范围之内。这样就能最快地达到新的设定点温度。很明显，在 0°C 以下时，制冷量往往是最大的。

当恒温槽从–40°C 进行加热，并且新的设定点至少高于当前的恒温槽温度 10°C，则制冷系统会关闭，直到恒温槽温度达到低于新的设定点大约 1°C。这样就能最快地加热到更高的温度。在高于 60°C 的温度时，制冷功能仍然会被关闭。

自动制冷模式对于所有的工作环境可能并不理想，用户可以关闭自动模式，而使用手动控制。可以象 9.13“ 工作参数 ”中介绍的那样通过前面板来控制，也可以象 10.3 “ 接口命令 ” 和 10.4 “ 制冷控制 ” 中介绍的那样通过数字接口来控制。可以将制冷模式设为自动、开或关。利用这些选项，制冷功能模式可以设定为自动的、总是打开或总是关闭。相类似的，热气旁路模式可以被设置为自动、打开或关闭，该系统也可以为如上所述的自动、总是打开（低制冷量）或总是关闭（高制冷量）的模式。

在以下情况时，改变制冷模式会有好处：

- 通常在热气旁路功能打开时，如果已经选择了扫描模式，而且希望的制冷扫描需要最大的制冷能力；
- 当环境温度低于 23°C，而恒温槽在低于 0°C 的温度下使用时，使用热气旁路功能会对稳定性有好处；
- 在高于 60°C 但低于 100°C 时短时间（小于一个小时）使用制冷功能可能会有好处。

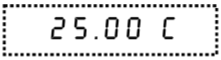
这些建议可能并不完善，而仅仅建议在自动模式不能最好的满足条件时使用。大多数时间内，自动功能可以满足要求，应该使用自动模式。

9 控制器的操作

本部分详细讨论利用前面板如何操作恒温槽温度控制器。利用前面板的按键开关和 LED 显示屏，用户可以监控恒温槽的温度、以摄氏度或华氏度为单位设置温度设定点、监控加热器的输出功率、调整控制器比例带、设置保护设定点、编程探头校准参数、操作参数、RS232 和 IEEE-488 接口配置，以及控制器的校准参数。操作方法在第 44 页的图 5 中进行了总结。

9.32 恒温槽温度

可以通过前面板上的数字 LED 显示屏直接查看实际的校准槽温度。该温度通常在显示屏上显示出来。温度单位 C 或 F 显示在右侧。例如：

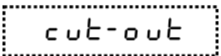


槽温的单位为摄氏度

温度显示功能可通过按下 “ EXIT”（退出）按钮从任何其他的功能中进行访问。

9.33 复位断路器

如果过热断路器已被触发，则温度显示不断闪烁。



指示断路状态

该信息持续闪烁，直到温度降低，断路器复位。

该断路器具有两种模式，即自动复位和手动复位。模式决定了断路器使校准槽重新加热的复位方式。在自动模式下，只要温度下降到断路器的设定点以下，断路器自动复位。在手动复位模式下，在温度下降到设定点以下之后，操作人员必须以手动方式复位断路器。。

当断路器处于有效状态且断路器模式设定为手动（复位）时，显示屏上有 “ cut-out” 字样闪烁，直到操作人员将断路器复位。要访问复位断路器功能，请按下 “ SET”（设定）按钮。



访问断路器复位功能

显示屏指示复位功能。

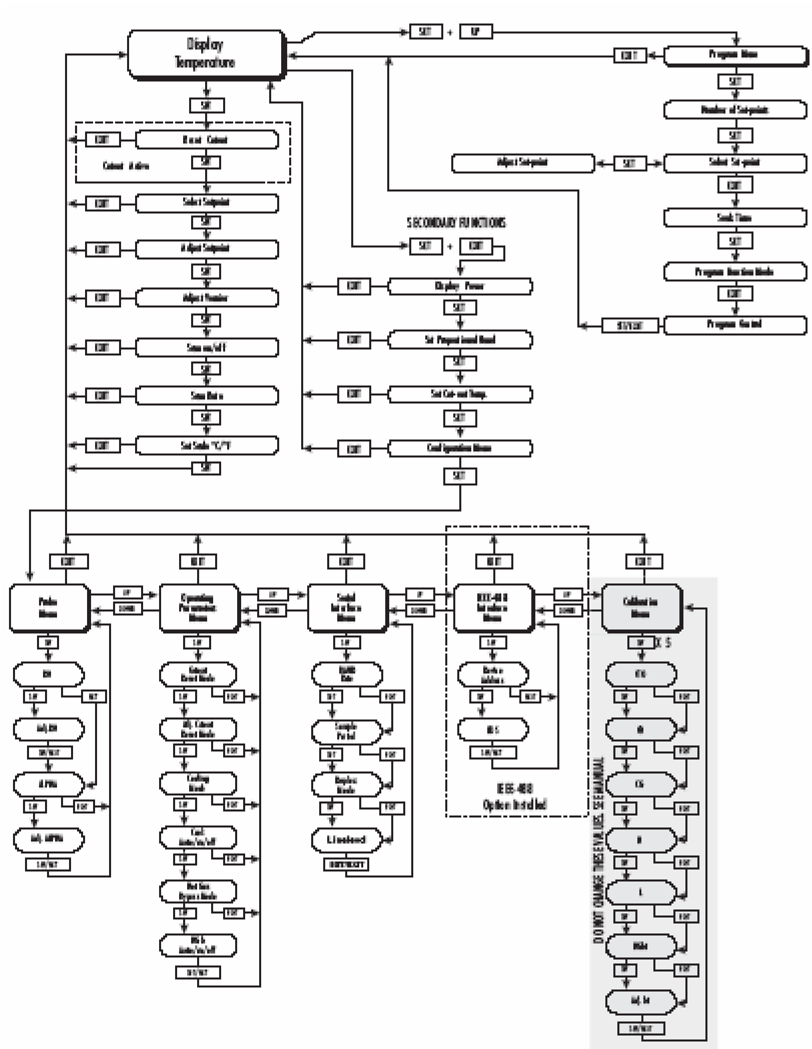

Display
Temperature
SECONDARY FUNCTIONS
IEEE-488
Option Installed
DO NOT CHANGE THESE VALUES. SEE MANUAL

图 5 控制器操作流程图



熔断器复位功能

再次按下“SET”以将断路器复位。



复位断路器

此操作还会将显示切换至设定温度功能。重新显示温度，请按下“EXIT”按钮。如果断路器仍处于过热故障状态，显示屏继续闪烁“cut-out”字样。槽温必须要降至低于断路器设定点几度以下后才能复位。

9.3 温度设定点

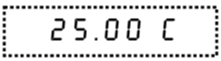
槽温可以用技术参数中给出的分辨率设定至温度范围内的任意值。操作人员必须知道校准槽内所用特定液体的温度范围，并且校准槽只应在大大低于液体的温度上限的温度下工作。另外，断路器的温度也应该设定在液体的上限温度以下。

设定槽温包括 3 步：(1) 选择设定点存储位置、(2) 调节设定点数值和 (3) 调节微调（如需要）。

9.3.1 可编程设定点

控制器在存储器中存储 8 个设定点。可以快速调用设定点，以便将校准槽设定到一个预先编程的温度设定点。

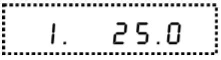
要设定槽温，必须首先选择设定点存储位置。这一功能可通过按下“SET”按钮从温度显示中访问。当前使用的设定点存储位置编号显示在显示屏的左面，其后面有一个设定点数值。



槽温的单位为摄氏度



访问设定点存储位置

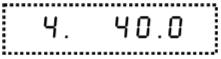


设定点存储位置 1，25.0℃ 当前使用

要改变设定点存储位置，请按下“UP”（向上）或“DOWN”（向下）。



增加存储器位置



新设定点存储器位置 4，40.0℃

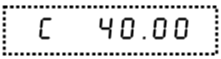
按下“SET”接受新的选择，并访问设定点值。



接受所选择的设定点存储位置

9.3.2 设定点数值

在选择了设定点存储位置并按下“SET”之后，可以对设定点数值进行调节。可以 C 或 F 为单位（位于左面）显示设定点数值。

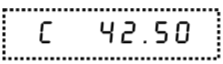


设定点 4 的值，单位为 ℃

如果设定点数值需要改变，则按下“UP”或“DOWN”调整设定点值。



增量显示



新设定点数值

在达到所需设定点数值之后，按下“SET”以接受新数值并访问设定点微调。*如果按下“EXIT”，那么任何对设定点的更改将被忽略。*



接受新设定点数值

9.3.3 设定点微调

设定点值可以 0.01℃ 的分辨率进行设定。您可能需要略微调整设定点以取得更加精确的槽温度。设定点微调可使您以非常高的分辨率在设定点附近上下略微调节。所储存的 8 个设定点中的每一个都有一个相关的微调设置。微调可通过按下“SET”从设定点访问。微调设置显示为一个 6 位数字，其中小数点后面有 5 位。这是一个以 C 或 F 位单位的温度偏移值。

0.00000　当前微调值，单位为 ℃

要调节微调，请按下“UP”或“DOWN”。与其他多数功能不同，微调设定值在经过调节后会立即有效。需要按下“SET”按钮。这可使您在微调显示时连续调节校准槽温度。



增量显示

0.00090　新微调设定值

下一步请按下“EXIT”以返回温度显示，或按下“SET”以访问温度刻度单位选择。



访问刻度单位

9.34 9.4 扫描

可以设置并激活扫描速度，这样的话，当改变了设定点后，设备就能够以一定的速度（度/分钟）进行加热或制冷，直到达到新的设定点。当关闭了扫描功能后，设备将以最大可能的速度进行加热或制冷。

9.6.1 扫描控制

扫描是由主菜单中设定点功能之后的扫描开/关功能控制的。

ScAn=OFF 扫描功能关闭

按下“ UP ”或“ DOWN ”键，即可切换扫描功能的打开或关闭状态。

ScAn=On 扫描功能打开

按下“ SET “ 接受当前的设置并继续。



接受扫描设置

9.6.2 扫描速度

主菜单中的下一功能为扫描速度。可将扫描速度设置为从 0.001 到 5.0 °C/min。实际上，最大的扫描速度受设备正常的加热或制冷速度的限制，一般情况下小于 2.5°C/min，尤其是在制冷时。扫描速度功能位于主菜单中扫描控制功能之后。扫描速度的单位为度/分钟，根据所选择的单位不同，度可以时摄氏度或华氏度。

Sr=0.010 以°C/min 为单位的扫描速度

按下“ UP ”或“ DOWN ”键改变扫描速度。

Sr=2.0 新的扫描速度值

按下“ SET ”接受新的扫描速度值并继续。

9.35 温标单位

用户可以将控制器的温度扫描单位设置为摄氏度（°C）或华氏度（°F）。所设置的单位被用来显示恒温槽温度、设定点、游标、比例带和断路器设定点。

在游标调整功能之后按下“ SET ”键，即可访问温标单位选项。从温度显示功能中，按 4 下“ SET ”键即可访问单位选项。

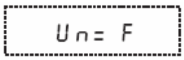


当前所选择的标度单位

按下“ UP ”或“ DOWN ”键切换单位



改变温标单位



新选择的单位

按下“ SET ”接受新的选项，并返回至显示恒温槽的温度。



设置新的单位，恢复至显示温度值

9.36 上升和保持程序

利用上升和保持功能，用户可以编程一系列设定点，使设备在温度点之间自动循环，在每一温度点保持一定的时间长度。用户可以从四个不同的循环功能中选择其中一个。

依次按下“ SET ”和“ UP ”键，即可访问编程参数菜单。



温度



访问编程菜单



编程菜单

按下“ SET ”，进入编程菜单

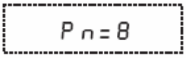


进入编程菜单

9.6.3 编程的设定点的数量

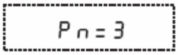
在编程菜单中，第一个参数是循环中设定点的数量。在上升和保持程序中，最多可使用 8 个设定点。这些设定点独立于 9.3.1“ 可编程设定点 ”部分中介绍的可编程设

定点。



编程的设定点的数量

使用“ UP ”或“ DOWN ”按键，可以将数量从 2 该为 8。



编程设定点的新的数量

按下“ SET ”继续。按下 EXIT “ 键将忽略掉任何改变，并继续。



保存新的设置

9.6.4 设定点

下一参数是程序的设定点



第一个设定点

使用“ UP ”或“ DOWN ”键，可以选择任意一个设定点。



第三个设定点

按下“ SET ”键，来改变设定点。



设定点的值

使用“ UP ”和“ DOWN ”键改变设定点的值。



设定点的新值

按下“ SET ”键保存设定点的新值。

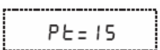
按照同样的方法，可以设置其它设定点。在编程完设定点之后，按下“ EXIT ”键继续。



继续下一功能

9.6.5 编程保持时间

在编程菜单中，下一参数为保持时间。该时间为在某个设定点下温度达到稳定之后继续移动到下一设定点之前在该点所停留的时间，单位为分钟。时间是从温度达到设定点之后开始计算的。



以分钟为单位的保持时间

使用“ UP ”或“ DOWN ”键改变时间值。

Pt=5 新的保持时间

按下“ SET ”继续。

SET 保存新的设置

9.6.6 编程功能模式

下一参数为编程功能或循环模式。有四种模式，模式决定了程序是仅向上扫描（从设定点 1 到 n）还是既向上扫描也向下扫描（从设定点 n 到 1），以及程序是在一个循环后停止还是无限制的进行循环。下列的表 3 所示的是四个模式中每一模式设置的动作。

表 3 程序模式设置的动作

功能	动作
1	向上－停止
2	向上－向下－停止
3	向上－重复
4	向上－向下－重复

PF=1 程序模式

使用“ UP ”或“ DOWN ”键改变模式。

PF=4 新的模式

按“ SET ”键继续。

SET 进入编程菜单

9.6.7 编程控制参数

编程菜单中的最后一个参数是控制参数。可以从三个选项中选择参数来控制上升和保持程序。这些选项是 :从开始启动程序,(GO) ;从程序停止的位置继续执行(Cont) ;停止执行程序（OFF）。

Pr=OFF 程序当前处于关闭状态

使用“ UP ”或“ DOWN ”键改变状态。



从开始启动循环

按下“ SET ”激活新的程序控制命令，并返回到温度显示状态。



激活新的命令

9.7 二级菜单

从二级菜单中可以访问那些不经常使用的功能。同时按下“ SET ”和“ EXIT ”键，然后释放，即可访问二级菜单。二级菜单中的第一个功能是加热器功率显示功能。

9.8 加热器功率

温度控制器通过脉冲信号将加热器打开和关闭，控制着恒温槽的温度。加热器的总功率是由占空比或加热器打开的时间和脉冲周期时间之比决定的。可以通过观察红/绿控制指示灯估计该值，或者可以直接从数字显示屏上读得。通过了解加热总量，用户就可以知道恒温槽是在加热状态、冷却状态，还是在恒温状态。通过监控加热功率的百分比，用户就可以知道恒温槽温度的稳定性。为了达到好的调控稳定性，百分比加热功率在一分钟内的波动不应该超过±1%。

加热器功率显示功能是从二级菜单中访问的。同时按下“ SET ”和“ EXIT ”键，然后释放。加热器功率以满功率的百分比显示。



在二级菜单中访问加热器功率



以百分比表示的加热器功率

按下“ EXIT ”键，即可退出二级菜单。按下“ SET ”键，继续访问比例带设置功能。



返回到温度显示功能

9.9 比例带

在类似本仪器的这种比例控制器中，加热器输出功率在设定点周围的有限范围内与槽温度成比例。该温度范围成为比例带。在比例带的底部，加热器输出为 100%。在比例带的顶部，加热器输出为 0。因此，随着槽温度的上升，加热器功率开始降低，这样就趋向于将温度降低。通过这种方法，就可保持一个相当恒定的温度。

校准槽的温度稳定性取决于比例带的宽度。请参见图 6。如果比例过宽，则槽温会因各种外部条件而大大偏离设定点。这是因为功率输出随温度变化很小，控制器不能对系统中的条件改变或噪声做出良好响应。如果比例过窄，则槽温可能会因控制器对温度变化过度响应而上下波动。为获得最佳控制稳定性，比例带必须设定为最佳宽度。

最佳比例带宽度取决于一个因素，包括液体体积、液体特性（粘度、比热、热导率）、加热器功率设置、工作温度和搅拌。因此，当这些条件改变时，需要调节比例宽度以获得最佳的槽稳定性。在这些因素当中，影响最佳比例带宽度的最重要的因素为加热器功率设置和液体粘度。

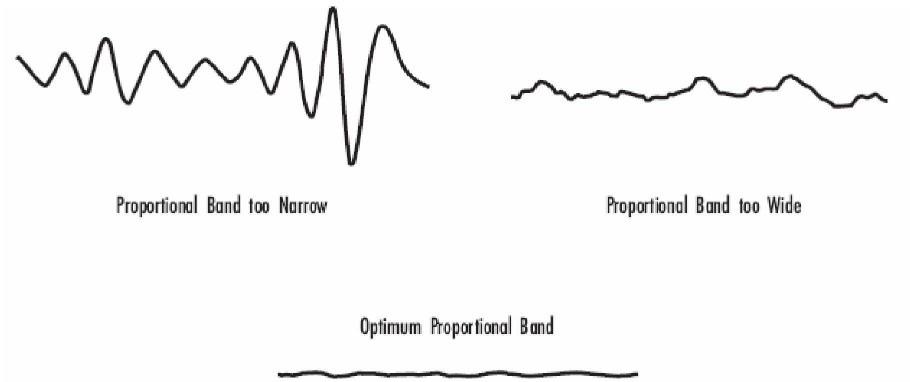


图 6 不同的比例带设置下恒温槽的温度起伏

为了获得最佳的调控稳定性，必需设置最佳的比例带宽度。最佳的比例带宽度取决于几个因素，包括液体体积、液体特性（黏度、比热、导热性等）、加热器功率、工作温度，以及搅拌状况等。所以，当任何条件发生变化时，为了达到最佳的恒温槽稳定性，就必需调整比例带宽度。在这些因素中，影响最佳比例带宽度的最明显因素就是加热器功率和液体的黏度。当功率设置较高时，比例带也应该比较宽，这样的话，单位温度的变化产生的输出功率的变化将是相同的；当液体的黏度较大时，响应时间就会增大，所以比例带应该更宽。

从前面板可以很容易地调整比例带宽度。可以将比例带设置为离散值，单位可以是摄氏度或华氏度，这取决于所选择的标度单位。通过利用高分辨率的温度计或控制器百分比输出功率显示屏监控稳定性，可以确定最佳的比例带宽度设置。将比例带的宽度变窄，恒温槽的温度会出现振荡现象，然后在该点增大比例带的宽度至 3 或 4 倍。表 4 中列出了在选定的温度下使用不同的液体时，要得到最佳的性能所需的典型比例带设置。

比例带调整功能是从二级菜单中访问的。按下“ SET ”和“ EXIT ”键，进入二级菜单，并显示加热器功率。然后按下“ SET ”键访问比例带功能。

表 4 比例带－液体表

液体	温度	比例带	稳定度
Water	30°C	0.31°C	±0.003° C
Water	60°C	0.31°C	±0.003°C
Eth-Gly50%	35°C	0.31°C	±0.005° C
Eth-Gly 50%	60°C	0.31°C	±0.005° C
Eth-Gly 50%	100°C	0.4°C	±0.010° C
Oil 200, 10cs	35°C	0.6°C	±0.004° C
Oil 200, 10cs	60°C	0.6°C	±0.004° C
Oil 200, 10cs	100°C	0.6°C	±0.004° C



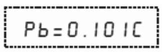
在二级菜单中访问加热器功率功能



以百分比表示的加热器功率



访问比例带功能



比例带的设置

按下“ UP ”或“ DOWN ”键，改变比例带设置。



降低显示值



新的比例带设置

按下“ SET ”键，接受新的设置值，并访问断路器设定点功能。按下“ EXIT ”键退出二级菜单，忽略掉对比例带设置所做的任何改变。



接受新的比例带设置

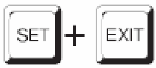
9.10 断路器

为了防止软件或硬件故障、加热器可控硅短路或用户操作错误，恒温槽配备有可调节的加热器保护装置，如果恒温槽温度超过设定的值，它会切断加热器的电源。这可以保护加热器和恒温槽材料过温，最重要的是，能够保护恒温槽液体不被加热至超过安全的工作温度，从而避免产生有害的蒸汽或点燃液体。切断温度是用户从控制器的前面板进行编程的。必需将切断温度设置为低于液体的温度范围上限，并不得超过恒温槽的温度范围上限 10 度。

如果保险处于激活状态，当恒温槽温度过高时，加热器的电源就会被切断，使恒温槽冷却。此时，显示屏会闪动显示“ Cut - out ”，并通过通讯口发送该消息。恒温槽会进行冷却，直到达到保险设定点温度下几度。在该点，保险的动作将取决于保险模式参数的设置。

保险具有两种模式－自动复位和手动复位模式。如果将模式设置为自动，当恒温槽温度低于复位温度时，保险将自动复位，使恒温槽再次加热；如果模式被设置为手动，只有用户手动复位保险，加热器才会继续工作。

保险设定点是从二级菜单中进行访问的。按下“ SET ”和“ EXIT ”键，进入二级菜单，并显示加热器功率。然后按两下“ SET ”键，访问断路器设定点功能。



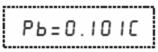
访问二级菜单中的加热器功率功能



以百分比表示的加热器功率



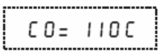
访问比例带功能



比例带设置



访问断路器设定点

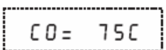


断路器设定点

按下“ UP ”或“ DOWN ”，改变断路器设定点。



减小显示值



新的断路器设定点

按下“ SET ”键，接受新的断路器设定点。



接受断路器设定点

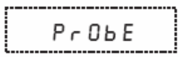
下一功能为配置菜单。按下“ EXIT ”键，返回至显示恒温槽的温度。

9.11 控制器的配置

控制器具有各种配置、工作选项和校准参数，这可以通过前面板进行编程。在二级菜单中，断路器设定点功能之后，按下“ SET ”键，即可访问该功能。再按“ SET ”键一下。有五种配置参数－探头参数、工作参数、串行接口参数、IEEE-488 接口参数和控制器校准参数。利用“ UP ”和“ DOWN ”键选择菜单，然后按“ SET ”。在任意的二级菜单中按下“ EXIT ”，将退出菜单，并返回到显示温度（请参见图 5“ 控制器操作流程图 ”）。

9.12 探头参数

探头参数由以下字符表示，



探头参数菜单

按下“ SET ”键进入菜单。探头参数菜单包括 R0 和 ALPHA，这些参数代表了铂电阻控制探头的电阻－温度关系。可以调整这些参数来提高恒温槽的准确度。在第 11 章“ 校准程序 ”中，详细介绍该过程。

当显示了参数的名字后，按下“ SET ”键，即可访问探头参数功能。使用“ UP ”或“ DOWN ”键，可以改变参数的值。当达到了所希望的值后，按下“ SET ”键，即可将参数设置为新的值。按“ EXIT ”键将跳过参数，并忽略掉所做的所有改变。

9.6.8 R0

这一探头参数指控制探头在 0°C 时的电阻值。这通常是 100.000 ohm。

9.6.9 ALPHA

该探头参数指探头在 0 和 100°C 之间的平均灵敏度。通常为 0.00385°C^{-1}。

9.13 工作参数

在显示探头菜单时，按下“ UP ”，即可访问工作参数功能。

工作参数菜单由以下字符表示，

`PAr` 工作参数菜单

按下“ UP ”键，进入菜单。工作参数菜单包括保险复位模式参数、制冷模式和热气旁路模式。

9.6.10 断路器复位模式

断路器复位模式决定了当恒温槽温度降到安全值后断路器是自动复位还是必需由用户手动复位。

参数由以下字符表示，

`CtorSt` 断路器复位模式参数

按下“ SET ”键，访问参数设置功能。通常将断路器设置为自动模式。

`Cto=Auto` 自动复位模式的断路器设置

按下“ UP ”，然后再按下“ SET ”键，改变为手动模式。

`Cto=rSt` 手动复位的断路器设置

9.6.11 制冷模式

制冷模式参数决定了制冷系统工作于自动模式、打开还是关闭模式。一般情况下，制冷模式被设为自动模式。在自动模式下，制冷系统在低于大约 60°C 时将打开。注：如果液体时从 60°C 以上制冷，制冷系统将在大约 59°C 时打开。如果设定点比当前的温度高出 5°C 以上，制冷系统将自动关闭，直到需要维持所选择的温度。有时候可能并不希望使用自动模式，在这种情况下，可以将制冷系统设为打开或关闭。当将制冷系统设为打开或关闭时，在所有的温度点，制冷系统将一直处于打开或关闭状态。

注意：如果在高于 60°C 的温度下使用时间超过一个小时，制冷系统可能会损坏或缩短寿命。

该参数由以下字符表示，

CooL **制冷模式参数**

按" SET "键，访问参数设置功能。

Auto **制冷模式被设为自动**

若希望将模式设为打开或关闭模式，按下" DOWN "，直到出现所希望的模式，然后按下" SET "。

On **制冷模式被设为打开。**

OFF **制冷模式被设为关闭**

按下" EXIT "键，即可跳过个别步骤

9.6.12 热气旁路模式

热气旁路（HGb）系统是减小制冷量的一种方法。通常在大约高于 0°C 时使用。减小制冷量有助于提高恒温槽内温度的稳定性，并降低功耗。HGb 系统通常工作于自动模式，在高于 0°C 的设定点时会打开（减小制冷量）。当恒温槽要降低温度（低于初始温度 2°C 以上）时，HGb 即关闭，以使制冷量最大。

HGb 有三种模式：自动、打开或关闭。HGb 通常被设为自动模式。如果由于某种原因不希望使用自动模式，则可以将 HGb 模式设为打开或关闭。

该参数由以下字符表示，

HGb **HGb 模式参数**

按" SET "键访问参数设置功能。

Auto **HGb 模式为自动**

若希望改为打开或关闭模式，按下" DOWN "键，直到显示出所希望的模式，然后按" SET "键。

On HGb 模式被设为打开

OFF HGb 模式被设为关闭

9.14 串行接口参数

当处于工作参数菜单中时，按下“ UP ”键，即可访问串行接口参数。

串行 RS-232 接口参数菜单由以下字符表示，

SErIAL RS-232 接口参数菜单

串行接口参数菜单包括了那些决定串行接口的操作的参数。菜单中的参数包括：波特率、采样周期、双工模式和换行。

9.6.13 波特率

波特率是菜单中的第一个参数。波特率的设置决定了串行通信的传输速率。

以下字符表示波特率参数，

bAUd 串行波特率参数

按“ SET ”键来设置波特率。将显示当前的波特率设置。

1200 b 当前的波特率

恒温槽串行通信的波特率可以设置为 300、600、1200 或 2400 BAUD。使用“ UP ”或“ DOWN ”键来改变波特率的值。

2400 b 新的波特率

按“ SET ”将波特率设为新的值，或按“ EXIT ”键退出操作，并跳到菜单中的下一参数。

9.6.14 采样周期

采样周期是串行接口参数菜单中的下一参数。采样周期是指从串行接口传输测量温度的时间间隔周期，单位为秒。如果将采样率设置为 5，则恒温槽大约每 5 秒钟通过串行接口传输一次当前的测量值。如果采样周期为 0，则不能使用自动采样。采样周期由以下字符表示：

SAnPLE 串行采样周期参数

按“ SET ”设置采样周期。将显示当前的采样周期值。

SA= 1 当前的采样周期（秒）

利用“ UP ”或“ DOWN ”键调整该值，然后使用“ SET ”键将采样率设置为所显示的值。

SA= 60 新的采样周期

9.6.15 双工模式

下一参数为双工模式。可以将双工模式设置为全双工或半双工。在全双工模式下，恒温槽通过接口接收到的任何命令都将立即执行、回显或传回到启动端设备，在半双工模式下，仅执行命令，但不回显。

双工模式由以下字符表示，

dUPL 串行通信双工模式参数

按“ SET ”接受模式设置。

dUP=FULL 当前的双工模式设置

使用“ UP ”或“ DOWN ”键，然后按下“ SET ”键，可以改变模式。

dUP=HALF 新的双工模式设置

9.6.16 换行

串行接口菜单中的最后一个参数为换行模式。该参数可以允许（on）或不允许（off）在发送完回车符后发送换行符（LF, ASCII 10）。换行参数由以下字符表示，

LF 串行通信换行参数

按“ SET ”键访问换行参数。

LF= On 当前的换行设置

利用“ UP ”或“ DOWN ”键，然后按“ SET ”键，改变模式。

`LF= OFF` **新的换行设置**

9.15 IEEE-488 参数

恒温槽可以选装一个 IEEE-488 GPIB **接口。在这种情况下，用户可以在** IEEE-488 **参数菜单中设置接口的地址和终止符。在没有安装该接口的恒温槽中，不会出现该菜单。从串行参数菜单，按下“** UP **”键，即可访问该菜单。菜单表示如下，**

`IEEE` IEEE-488 **参数菜单**

按“ SET **”键进入菜单。**

9.6.17 IEEE-488 地址

必需将 IEEE-488 **接口设置为与外部通信设备使用相同的地址。地址表示如下，**

`AddrESS` IEEE-488 **接口地址**

按“ SET **”访问地址设置。**

`Add= 22` **当前的** IEEE-488 **接口地址**

利用“ UP **”或“** DOWN **”键调剂地址值，然后使用“** SET **”键将地址设为所显示的值。**

`Add= 15` IEEE-488 **接口的新地址**

9.6.18 传输终止符

可以将终止符设置为仅回车符、仅换行符、回车符和换行符。无论选项如何，在接收期间，设备都将回车符或换行符解释为命令的结束。

终止符参数表示如下，

`EOS` IEEE-488 **终止符**

按“ SET **”键访问终止符设置。**

E=Cr 当前的 IEEE-488 终止符

使用“ UP ”或“ DOWN ”改变选项。

E=LF 新选择的终止符

使用“ SET ”键保存新的选项

9.16 校准参数

恒温槽控制器的操作者可以访问各种恒温槽校准参数，也就是 CTO、C0、CG、H 和 L。这些值都是在工厂设置好的，不得改变。正确的参数值对于恒温槽的准确度以及正确、安全的工作是非常重要的。除非是出现了控制器存储器故障，否则不要调整这些参数值。用户可以将这些值恢复为工厂的设置。在“ 测试报告 ”中，提供了这些常数及其设置的列表。



注意：请勿改变工厂设置的恒温槽校准常数的值。这些参数的正确设置对恒温槽的正确、安全的工作是非常重要的。

校准参数菜单由以下字符表示，

CAL 校准参数菜单

按 5 下“ SET ”键，进入菜单。

9.6.19 CTO

参数 CTO 设置过温保护的校准。不能利用软件调整该参数，但是可以通过内部的电位计进行调节。

9.6.20 CO 和 CG

这些参数用来校准恒温槽设定点的准确度。这些参数都是在工厂编程设定的。请勿改变这些参数的值。如果用户希望校准恒温槽以提高精度，则应该根据第 11 章“ 校准程序 ”部分的程序校准 R0 和 ALPHA 参数。

9.6.21 H 和 L

这两个参数设置恒温槽设定点上限和下限。

注：强烈建议使用低于恒温槽内液体的闪点的上限（H）。

9.6.22 HGbt

该参数是热气旁路功能被激活的温度点，是在工厂设置好的。为了确保达到恒温槽的最佳性能而又不损坏压缩机。请勿改变该参数的值。

10 校准程序

在一些具体应用中，用户可能希望校准恒温槽，以提高温度设定点的精度。校准是通过调节控制器探头的校准常数 R0 和 ALPHA 来完成的，这样的话，当用标准的温度计测量恒温槽的温度时就更加接近恒温槽的设定点。所使用的温度计必需能够以高精度测量恒温槽液体温度，准确度要比所希望的恒温槽的准确度要高。使用好的温度计，并小心遵循校准程序，可以将恒温槽的准确度校准为在 100 度的范围内优于 0.02°C。

9.17 校准点

在校准时，要调节 R0 和 ALPHA，使两个恒温槽温度点的设定点误差达到最小。可以使用任意两个适当独立的恒温槽温度点。但是，使用在恒温槽工作温度范围之内的两个温度点时获得的结果最好。两个校准温度点距离越大，校准温度的范围就越大；但是，该范围内的校准误差也就越大。例如，选择 0°C 和 100°C 作为校准温度点，在–10 到 110°C 的温度范围内，恒温槽的准确度可能会达到±0.3°C；如果选择 30°C 和 70°C 作为校准点，则恒温槽在 25 到 75°C,的温度范围的准确度可以达到更好的±0. 1°C，但是在该范围之外，准确度可能只能达到±0. 5°C。

9.18 测量设定点误差

校准程序的第一步是分别在选定的校准温度点测量温度误差（包括符号）。首先将恒温槽设置为较低的设定点 t_L，在恒温槽达到设定点之后，等 15 分钟，使其达到稳定。然后使用一个温度计来检查恒温槽的稳定性。当恒温槽和温度计都稳定之后，使用温度计测量恒温槽温度，并计算温度误差 err_L(实际的恒温槽温度渐趋设定点温度)。例如，将恒温槽设置为 0°C，而测得恒温槽达到的温度为–0.3°C，则误差为–0.3°C。

接下来，将恒温槽设置为较高的设定点 t_H，并在其达到稳定之后测量恒温槽温度并计算误差。例如，将恒温槽的设定点设为 100°C，而温度计测得的温度为 100.1°C，则误差为+0.1°C。

9.19 计算 R0 和 ALPHA

在计算新的 R0 和 ALPHA 值之前，必需知道这两个参数的当前值。从控制器的前面板访问探头校准菜单，或者通过数字接口查询，都可以获得当前值。用户应该将这些参数值做一备份，以备将来恢复之用。在以下公式中，填入 R0 和 ALPHA 原来的值、校准温度设定点 t_L 和 t_H、温度误差 err_L and err_H，即可计算出新的 R0 和 ALPHA 值。

$$R_0' = \left[\frac{err_H\ t_L - err_L\ t_H}{t_H - t_L} ALPHA + 1 \right] R_0$$

$$ALPHA' = \left[\frac{(1 + ALPHA\ t_H) err_L - (1 + ALPHA\ t_L) err_H}{t_H - t_L} + 1 \right] ALPHA$$

如果 R0 和 ALPHA 原来的值分别为 100.000 和 0.0038500，t_L、t_H、err_L 和 err_H 分别取上边例子中的值，则计算得到的 R0'和 ALPHA'分别为 100.193 和 0.0038272。将新的 R0 和 ALPHA 编程到控制器。分别将温度设置为 t_L 和 t_H，然后再次测量误差，检查校准效果。如果有必要，可以重复该过程，获得更好的精度。

9.20 校准实例

在 25°C 到 75°C 的温度范围内使用恒温槽，希望在该范围内将恒温槽校准到最好的精度。R0 和 ALPHA 的当前值分别为 100.000 和 0.0038500。选择校准点为 30.00 和 80.00°C。测得的恒温槽温度分别为 29.843 和 79.914°C。参照图 8，将这些数据应用到公式，并计算探头的新常数。

R0 = 100.000

ALPHA = 0.0038500

t_L = 80.00°C

测得 t = 79.843°C

t_H = 120.00°C

测得 t = 119.914°C

计算误差：

err_L = 79.843 - 80.00°C = -0.157°C

err_H = 119.914 - 120.00°C = -0.086°C

计算 R0':

$$R0' = \left[\frac{(-0.086) \times 80.0 - (-0.157) \times 120.0}{120.0 - 80.0} 0.00385 + 1 \right] 100.000 = 100.115$$

计算 ALPHA':

$$ALPHA' = \left[\frac{(1 + 0.00385 \times 120.0)(-0.157) - (1 + 0.00385 \times 80.0)(-0.086)}{120.0 - 80.0} + 1 \right] 0.00385 = 0.0038387$$

图 8 校准实例

11 制冷剂的加注

7341 使用 R-507 制冷剂和聚酯类化合物油。请千万小心，勿被其它类型的制冷剂和油污染。

9.21 渗漏试验

使用 R-507 的设备必需进行渗漏试验。在一些场合可以使用泡沫或超声渗漏试验法。

9.22 制冷剂的排放

请勿使系统处于打开状态超过 15 分钟。聚酯类化合物油具有非常强的吸湿性。请从系统的高、低两端进行排放，系统有两个 Schrader 阀门可以用来排放。

9.23 加注制冷剂

排放了制冷剂之后，对系统加注大约 460 克的 R-507 制冷剂。检查排放压力，确保在 23°C (73.4°F)的室内温度、恒温槽工作温度为 25° C 的情况下下压力不超过 260 psi。在这种条件下，应该只有很少的气泡。

12 维护

- 校准仪器在设计时已经做过充分的考虑，在产品开发阶段，容易操作和便于维护是一个主要问题。所以，只要使用得当，仪器仅需要很少的维护工作。请避免在油腻、潮湿、恶劣或充满灰尘的环境中使用仪器。
- 如果恒温槽的外壳有污垢，可以使用湿润的布和中性清洁剂进行擦拭干净。请勿在表面使用腐蚀性的化学药品，否则会损坏漆面。
- 定期检查恒温槽内的液体量，确保液面没有下降。液面下降会影响恒温槽的稳定性。液面的变化受设备工作的环境因素的影响。并没有那个计划表能满足各种条件。所以，应该每周检查恒温槽，并采取适当的措施。
- 传热液的寿命取决于介质的类型和所使用的环境。在第一年，应该至少每月都检查液体，在此之后也进行周期性的检查。通过检查，可以了解恒温槽使用干净、合适的液体的基线。一旦液体变质，就可能会很快发生分解。要尤其注意液体的黏度。黏度的明显变化标明液体已经变质、温度范围已经超出其极限、含有冰粒子，并且接近于化学分解。获得数据之后，就可以制定出设备的维护计划。关于校准恒温槽所使用的不同类型的液体的详细信息，请参见第 8 章“一般操作”部分。
- 根据所使用的环境，应该定期清洁冷凝器散热片，这可以通过冷凝器检查孔，请参见 7.2 部分的内容。应该根据具体的试验室环境来制定计划，确保不要使散热片上积聚的灰尘影响恒温槽的效率，例如可以每月或隔月进行清洁。可以使用吸尘器或布块清洁散热片。
- 如果有危险物质溅到仪器上或其内部，使用者必需采取适当的方法进行处理。请参阅当地的安全法规。应该将适用于恒温槽所用液体的 MSDS 表放在接近设备的地方。
- 如果电源线受到损坏，请使用满足恒温槽电流规格的电源线替换掉受损的电源线。如有任何问题，请向 Hart 授权的服务中心（请参见第 6 页的 1.3 部分）咨询。

- 在使用非 Hart 推荐的清洁或净化方法之前，用户应该联系 Hart 授权服务中心进行确认，确保不损坏设备。
- 若使用方式不符合仪器的设计，则恒温槽的工作性能可能会降低，或可能会产生危险。
- 应该每 6 个月检查一次过温保护，确保其工作正常。为了检查用户所选的断路器设定，请按照控制器的使用方法（9.12 " 复位断路器 " 部分）设置保护。手动和自动复位选项都要检查。将恒温槽的温度设置为高于保护，检查显示屏是否会闪动显示，以及温度是否会下降。注：在检查过温保护时，请确保勿超过恒温槽液体的温度极限。如果超过恒温槽液体的温度限制，可能伤害到操作者，损坏实验室和设备
- 如果使用的液体为硅油，需要定期维护恒温槽。在正常的工作条件下，由于硅油的汽化作用，硅油会浓缩在恒温槽上。恒温槽在高温下工作的频率和时间决定了要进行维护的频率。用中性的去污剂，如 409®，擦拭恒温槽的油腻区域。请勿在恒温槽上直接喷洒去污剂。将去污剂喷在布上，然后用布块擦拭恒温槽。如有必要，重复擦拭，确保恒温槽上无积聚的油污。如果恒温槽上有油污，油污会进入恒温槽，聚集在恒温槽内部，损坏内部，从而影响设备的使用寿命。

13 排除故障

本章中包括排除故障的信息、CE 说明和配线图。这些信息适用于各种恒温槽类型，某些信息可能不适用于您的恒温槽型号。

9.24 排除故障

当设备工作不正常时，该章的内容可以帮助您发现并解决问题。下表列出了几种可能出现的问题，并列出了可能的原因和解决方法。如果出现了问题，请仔细阅读本章内容，并争取理解和解决问题。如果有时探头损坏或不能排除故障，请联系 Hart 授权的服务中心请求帮助。联系服务中心时，请提供设备的型号和序列号，以及故障描述。

故障	原因和解决方法
加热器指示灯 LED 为红色，但是温度并不升高	显示屏没有显示“ cutout ”，也不显示不正确的恒温槽温度，但是控制器好象工作正常。故障的原因可能是加热不足或根本就没有加热，或者是过度制冷。 •加热器的功率设置太低，尤其时在高温下工作时。 • 加热器损坏也会出现相同的故障。如果可能是加热器被烧坏，请联系 Hart 授权服务中心请求帮助。

问题	原因和解决方法
控制器显示屏闪动显示"cutout"，加热器不工作	***显示屏交替显示"cutout"和温度。*** **•如果所显示的温度看起来明显是错误的，请参见故障现象"显示屏闪动显示'cutout'和不正确的温度"。** **•一般情况下，当恒温槽温度超过保护设定点时，保护就会切断加热器的电源，使温度降至安全值。如果保护模式被设置为"AUTO"，当温度下降了之后，加热器电源会被再次接通。如果模式被设置为"RESET"，只有当温度下降，并且用户手动复位之后，加热器才能继续工作，请参见 9.10"断路器"部分。请将断路器设定点设置为高于恒温槽的最大工作温度 10 或 20°C，并设置为所希望的模式。** **•当恒温槽温度正好低于保护设定点时，如果保护动作，或当恒温槽温度下降，并且手动复位之后，保护并不复位，则可能时保护电路或保护的热电偶传感器损坏了或断开了。请联系 Hart 授权服务中心请求帮助。**
显示屏闪动显示"cutout"和不正确的温度	**故障可能是控制器的电位计电路工作不正常。** **•有可能是内存的电池有问题。如果电池的电压不足以维持内存，可能会造成数据混乱，导致故障。仪器附近大的静电也会影响内存中的数据。设备附近比较强的静电也会影响到内存中的数据。请对照"测试报告"中参数。关闭电源，断开恒温槽的交流电源，然后重新启动恒温槽。** **•如果再次出现故障，则应该更换电池。请联系 Hart 授权服务中心请求帮助。** **•如果初始化内存不能解决问题，则可能是有器件失效了。请联系 Hart 授权服务中心请求帮助。** **•可能需要对控制器进行复位，执行以下的工厂重设序列。** **工厂重设序列。在控制器上电时，同时按下"SET"和"EXIT"键，可以复位内存。显示屏会显示"—init—"，标明内存正在初始化。在这种情况下，控制器的参数和校准常数都必需被编程到内存中。您可以从"测试报告"中获得校准常数。**

问题	原因和解决方法
显示的温度错误，在任意设定点，控制器都保持制冷或加热状态	**问题可能是控制探头坏了或内存中的数据错误。** **•探头可能是断开了、被烧坏或短路。探头位于搅拌马达罩内。** **•请检查探头是否连接正确。可以使用欧姆表检查探头，看是否开路或短路。探头为** 4 **线的** Din 43760 **类型的铂电阻探头，探头连接器上插脚** 1 **和** 2 **之间的阻抗应该为** 0.2 **到** 2.0 **欧姆，插脚** 3 **和** 4 **之间的阻抗应该为** 0.2 **到** 2.0 **欧姆。根据温度的不同，插脚** 1 **和** 4 **之间的阻抗应该为** 100 **到** 300 **欧姆。如果探头有故障，请联系** Hart **授权服务中心请求帮助。** **•如果探头没有问题，则有可能是内存中数据错误。按照故障现象“显示屏闪动显示“** cutout **”和不正确的温度”介绍的方法复位内存。如果没有解决问题，则有可能是有器件失效，显示屏闪动显示“** cutout **”和不正确的温度。请联系** Hart **授权服务中心请求帮助。**
控制器控制出现了不正确的温度	**控制器除了在某个设定点外都工作正常。在该设定点，控制器温度和用户的参考温度计测得的温度不一致。故障可能是由控制探头和温度计探头测得的实际温度差、恒温槽校准参数错误，或控制探头损坏造成的。** **•*请检查恒温槽腔体内是否有足够的液体，以及搅拌器是否工作正常。*** **•检查参考温度计探头和控制探头是否均被完全插入到了恒温槽，使温度误差最小。** **•参照“测试报告”，检查校准参数是否全部正确。如果不是，重新编程校准常数。内存的备用电池电量不足会导致内存数据错误，正象故障现象“显示屏闪动显示“** cutout **”和不正确的温度”中所述。** **•检查控制探头是否受到挤压、折弯或损坏。如果尚不能确定故障的原因，请联系** Hart **授权服务中心请求帮助。**
控制器显示输出功率稳定，但是温度不稳定	**这种故障可能是由于比例带的设置不合适或所使用的液体不合适造成的。** **•在使用温度计测量时，恒温槽温度不能达到所希望的温度值，试着将比例带调大，如** 9.9**“比例带”部分所述。**

•请检查恒温槽内的液体是否已经变质或者是否太稠。

问题	原因和解决方法
控制器交替的加热和制冷	恒温槽不稳定，占空比不是常量。 •比例带太窄一般会导致这种振荡现象。增大比例带宽度，直到温度达到稳定。如 9.9“比例带”部分所述。
加热器无规律的加热和制冷，控制不稳定	恒温槽温度和输出功率没有规律，方式非常古怪，故障可能是由系统中的噪声引起的。控制传感器造成的噪声应该低于 0.001°C。但是，如果探头已经损坏，或者产生了间歇性的短路，也会产生不稳定的现象。探头位于搅拌马达罩内。 •检查探头和恒温槽之间是否接触不良或探头损坏。 • 加热器或控制器电子电路间歇性的短路也会导致这种现象。请联系 Hart 授权服务中心请求帮助。
恒温槽不能达到低温	加热过度或冷却不足都会导致这种故障。 •检查控制指示灯，该打呈绿色表示控制器正在进行制冷。可以暂时将加热器的保险去掉，使加热器功能失效。 •如果在系统中存在渗漏，制冷剂不足，就会导致制冷量不足。请参考 12 章“制冷剂的加注”。请检查制冷剂的压力。很难确定玻璃管内是否是满的或是空的。当压缩机处于打开状态时，可以通过观察玻璃管进行检查。

9.25 说明

9.6.1 电磁兼容指令（EMC Directive）

设备经过测试，满足欧洲电磁兼容指令（CEMC Directive, 89/336/EEC）。本设备的一致性申明中列出了该设备经测试满足的技术标准。

该仪器为测试和测量设备。符合 EMC 指令 IEC 61326-1 Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements (1998)。

如 IEC 61326-1 所述，该仪器具有不同的配置。仪器在典型的配置下经过测试，配有屏蔽的 RS-232 电缆。

13.9.1.1 抗干扰测试

仪器经过试验室环境的测试。使用 Radiated RF (IEC 61000-4-3) **和电压骤降、短时中断和电压抗干扰测试**(IEC 61000-4-11)**的规范** B**。使用** Electrostatic Discharge (ESD, IEC 61000-4-2)**的规范** C**。如果仪器受到** ESD **条件，可能需要用户重新开机，恢复到正常工作。**

13.9.1.2 辐射测试

该仪器完全满足 A **类设备的限制要求，但不满足** B **类设备的限制要求。该仪器不适于用于家庭设施。**

9.6.2 低电压指令（安全性）

为了与欧洲低电压指令(73/23/EEC)**相兼容，**Hart Scientific **的仪器的设计满足** IEC 1010-1 (EN 61010-1)**和** IEC 1010-2-010 (EN 61010-2-010)**标准。**